

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 198 15 150 A 1

⑳ Aktenzeichen: 198 15 150.0  
㉔ Anmeldetag: 3. 4. 98  
㉕ Offenlegungstag: 22. 10. 98

⑤① Int. Cl. 6:  
**G 06 F 17/60**  
G 05 B 15/00  
G 05 B 9/03  
G 05 B 23/02  
G 08 C 15/06  
// G 05 B 19/05, H 04 L  
12/403

DE 198 15 150 A 1

⑥⑥ Innere Priorität:  
197 16 619. 9 21. 04. 97

⑦① Anmelder:  
Leuze electronic GmbH + Co, 73277 Owen, DE

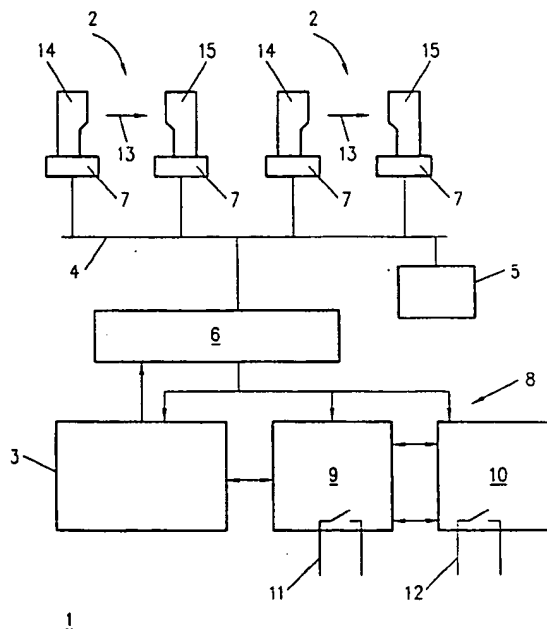
⑦② Erfinder:  
Müller, Bernhard, Dr., 71083 Herrenberg, DE;  
Bauder, Frank, 72660 Beuren, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

④④ Sensoranordnung

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Anordnung von Sensoren (2) zur Überwachung eines Arbeitsgerätes, welches in Abhängigkeit der Schaltzustände der Sensoren (2) in Betrieb setzbar ist, wobei die Sensoren (2) Slaves eines nach dem Master-Slave-Prinzip arbeitenden Bussystems (1) bilden, welches von einer den Master bildenden Steuereinheit (3) gesteuert ist. Die Sensoren (2) sind von Lichtschranken mit jeweils einem Sender (14) und einem Empfänger (15) gebildet, wobei jeder Sender (14) Sendelichtstrahlen (13) mit einer individuellen Kodierung an den zugeordneten Empfänger (15) aussendet. An das Bussystem (1) ist eine redundante Auswerteeinheit (8) angeschlossen, welche fortlaufend die über das Bussystem (1) übertragenen Signale abhört. Nur bei fehlerfreier Identifizierung der von den Empfängern (15) über das Bussystem (1) übertragene Kodierungen wird das Arbeitsgerät über die Auswerteeinheit (8) in Betrieb gesetzt.



DE 198 15 150 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung von Sensoren und/oder Aktoren in einem Bussystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine derartige Anordnung ist aus der DE 44 12 653 C2 bekannt. Diese Anordnung umfaßt ein Zweidraht-Bussystem, an welches mehrere Sensoren mit analogen oder digitalen Schaltzuständen angeschlossen sind. Die Sensoren werden von einer redundanten Auswerteeinheit mit zwei Auswerteprozessoren gesteuert. Hierzu stimuliert einer der Auswerteprozessoren die Sensoren, indem jeweils eine Adresse an die betreffenden Sensoren ausgegeben wird. Zur Überprüfung der Funktion der Sensoren wird vom Auswerteprozessor ein Prüfwert, beispielsweise in Form einer Checksumme, an die Sensoren ausgegeben. Dieser Übertragungsprozeß wird vom anderen Auswerteprozessor überwacht. Nach jedem Überprüfungszyklus wird zwischen den Auswerteprozessoren gewechselt. Zudem führen die Sensoren jeweils einen Selbsttest durch.

Bei diesem Bussystem ist zwar die Datenübertragung zwischen der Auswerteeinheit und den Sensoren überprüfbar. Zudem ist durch den Selbsttest der Sensoren überprüfbar, ob diese interne Gerätestörungen aufweisen. Jedoch sind die einzelnen Schaltzustände der Sensoren nicht auf ihre Fehlerfreiheit überprüfbar. Dies wäre jedoch notwendig, um derartige Bussysteme auch im Bereich des Personenschutzes einsetzen zu können. Damit bei derartigen Bussystemen die Sicherheitsanforderungen im Bereich des Personenschutzes erfüllbar sind, müßten sämtliche Sensoren selbst redundant und damit fehlersicher aufgebaut sein. Dies würde jedoch einen beträchtlichen schaltungstechnischen Aufwand bedeuten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung von Sensoren der eingangs genannten Art so auszubilden, daß diese mit möglichst geringem Schaltungsaufwand die Sicherheitsanforderungen für den Einsatz im Personenschutz erfüllt.

Zur Lösung dieser Aufgabe sind die Merkmale des Anspruchs 1 vorgesehen. Vorteilhafte Ausführungsformen und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Erfindungsgemäß sind die Sensoren von Lichtschranken mit jeweils einem Sender und einem Empfänger gebildet. Jeder Sender sendet Sendelichtstrahlen an den ihm zugeordneten Empfänger aus. Dabei ist den Sendelichtstrahlen der Sender ein individuelle Kodierung aufgeprägt. Bei freiem Strahlengang der Lichtschranken werden die Kodierungen in den jeweiligen Empfängern der Lichtschranken registriert und an den Master gesendet.

Die gesamte Datenübertragung zwischen dem Master und den Slaves wird von einer an das Bussystem angeschlossenen redundanten Auswerteeinheit abgehört und überprüft. Die Auswerteeinheit hat innerhalb des Bussystems eine rein passive Kontrollfunktion. Sie erfüllt weder die Funktion eines Masters noch eines Slaves.

Nur wenn die von sämtlichen Empfängern über das Bussystem übertragenen Kodierungen fehlerfrei identifiziert werden, wird über die Auswerteeinheit das Arbeitsgerät in Betrieb gesetzt. Werden die Kodierungen nicht fehlerfrei identifiziert, so ist entweder der Strahlengang einer Lichtschranke unterbrochen oder die Übertragung zwischen Master und Slaves fehlerhaft. In diesen Fällen wird das Arbeitsgerät außer Betrieb gesetzt.

Bei der erfindungsgemäßen Anordnung können Übertragungsfehler, insbesondere auch statische Übertragungsfehler, mit großer Sicherheit aufgedeckt werden. Diese Überprüfung erfolgt durch eine redundante Auswerteeinheit und

damit mit der für den Personenschutz geforderten Sicherheit. Besonders vorteilhaft dabei ist, daß die Signale der Sensoren jeweils eine individuelle Kodierung und in einer besonders vorteilhaften Ausführungsform eine individuelle Zeitabhängigkeit aufweisen, die den einzelnen Slaves zu jedem Zeitpunkt eindeutig zugeordnet werden kann. Dadurch brauchen die Sensoren selbst nicht redundant aufgebaut sein. Die Überprüfung der individuellen Signale der Slaves durch die redundante Auswerteeinheit erfüllt das für den Personenschutz erforderliche Sicherheitsniveau.

Die Erfindung wird im nachstehenden anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Sensor-Aktor-Bussystems.

Fig. 1 zeigt ein nach dem Master-Slave-Prinzip arbeitendes Sensor-Aktor-Bussystem 1. Im vorliegenden Fall sind nur Sensoren 2 an das Bussystem angeschlossen. Die Sensoren 2 bilden eine Anordnung zur Überwachung eines nicht dargestellten Arbeitsgeräts. Beispielsweise werden die Sensoren 2 zur Überwachung des Vorfelds des Arbeitsgeräts eingesetzt. Mit einer derartigen Zugangskontrolle kann überwacht werden, ob sich Personen unbefugt dem Arbeitsgerät nähern. Erfolgt ein derartiger Personeneingriff in das Vorfeld des Arbeitsgeräts, so wird das Arbeitsgerät aus Sicherheitsgründen abgeschaltet.

Die Sensoren 2 weisen jeweils binäre Schaltzustände auf. Nur dann, wenn sich sämtliche Sensoren 2 im Schaltzustand "0" befinden, welcher signalisiert, daß sich kein Objekt oder keine Person im Beeinflussungsbereich des jeweiligen Sensors 2 befindet, erfolgt die Freigabe für das Inbetriebsetzen des Arbeitsgeräts.

Die Sensoren 2 bilden die Slaves des Bussystems 1. Das Bussystem 1 wird vom Master, der von einer Steuereinheit 3, beispielsweise einer SPS-Steuerung, gebildet ist, zentral gesteuert. Der Master und die Slaves sind über Busleitungen 4 miteinander verbunden. Die Stromversorgung erfolgt über ein Netzteil 5.

Der Master fragt die einzelnen Slaves unter vorgegebenen Adressen zyklisch ab, worauf jeder Slave eine Antwort an den Master sendet.

Im vorliegenden Fall ist das Bussystem 1 vom ASI-Bussystem gebildet. Das ASI-Bussystem ist insbesondere für den Anschluß von binären Sensoren und Aktoren konzipiert. Die Funktionsweise des ASI-Bussystems ist in "ASI - Das Aktuator Sensor Interface für die Automation", Werner Kriesel, Otto W. Madelung, Carl Hanser Verlag, 1994 beschrieben, dessen Inhalt in den Offenbarungsgehalt dieser Anmeldung miteinbezogen wird.

Bei diesem Bussystem 1 besteht ein Masteraufruf aus einem Startbit, einer 5 Bit-breiten Adresse, 2 Bit Steuerinformation, 4 Bit Nutzdaten sowie jeweils einem Paritäts- und Stopp-Bit. Die zugehörige Slaveantwort enthält ein Start-Bit, 4 Bit Nutzdaten sowie jeweils ein Paritäts- und Stopp-Bit. Ein Slave überprüft den empfangenen Masteraufruf anhand vorgegebener ASI-spezifischer Kodierungsregeln. Erkennt der Slave einen gültigen Masteraufruf, so sendet er eine entsprechende Antwort. In allen anderen Fällen antwortet er nicht. Ebenso verwirft der Master eine Slaveantwort, wenn sie den entsprechenden Kodierungsregeln nicht entspricht.

Die Daten sind Manchester-kodiert und werden als alternierende,  $\sin^2$ -förmige Spannungsimpulse über die Busleitungen 4 übertragen.

Hierzu ist dem Master eine Analogschaltung 6 nachgeordnet, welche ein jeweils nicht dargestelltes Sendeelement und ein Empfangselement aufweist. Im Sendeelement werden die binären Daten eines Masteraufrufs in eine Folge von  $\sin^2$ -förmigen Spannungsimpulse umgewandelt. Diese Si-

gnale werden über die Busleitungen 4 an die Slaves gesendet. Die von den Slaves über die Busleitungen 4 an den Master gesendeten Signale werden in dem Empfangselement in binäre Datenfolgen umgewandelt.

Jedem Slave ist ein Schnittstellenbaustein 7 zugeordnet, der in dem vorliegenden Beispiel von einem ASI-IC gebildet ist. Im Schnittstellenbaustein 7 werden die über die Busleitung 4 empfangenen Folgen von  $\sin^2$ -förmigen Spannungsimpulsen in binäre Daten gewandelt. Desweiteren wird im Schnittstellenbaustein 7 die in Form von binären Daten vorliegende Slaveantwort in eine Folge von  $\sin^2$ -förmigen Spannungsimpulsen und über die Busleitungen 4 an den Master gesendet.

Zur Überprüfung der über die Busleitungen 4 gesendeten Signale ist eine redundante Auswerteeinheit 8 mit zwei sich überwachenden Rechneinheiten 9, 10 an das Bussystem 1 angeschlossen. Die Rechneinheiten 9, 10 sind vorzugsweise von identisch aufgebauten Mikroprozessoren gebildet. Die Auswerteeinheit 8 bildet weder einen Master noch einen Slave sondern stellt einen rein passiven Busteilnehmer dar, der fortlaufend die auf den Busleitungen 4 übertragenen Signale abhört. Hierzu ist die Auswerteeinheit 8 an die Anlogschaltung 6 angeschlossen. Die Signale des Empfangselements werden in die Rechneinheiten 9, 10 der Auswerteeinheit 8 eingelesen und dort zyklisch miteinander verglichen.

Jede Rechneinheit 9, 10 weist einen Ausgang 11, 12 auf, welcher an das Arbeitsgerät angeschlossen ist. Die Ausgänge 11, 12 sind als Relaisausgänge oder sichere, sich selbst überwachende Halbleiterausgänge ausgebildet. Über diese Ausgänge 11, 12 erfolgt die Inbetriebsetzung des Arbeitsgeräts, falls der Datenverkehr über die Busleitungen 4 fehlerfrei erfolgt und falls sich die einzelnen Sensoren 2 jeweils im Schaltzustand "0" befinden.

Erfindungsgemäß sind die Slaves jeweils von einer Lichtschranke mit jeweils einem Sendelichtstrahlen 13 emittierenden Sender 14 und einem Empfänger 15 gebildet. Der Schaltzustand "0" entspricht hier einem freien Strahlengang, so daß die vom Sender 14 emittierten Sendelichtstrahlen 13 ungehindert auf den Empfänger 15 treffen.

Der Sender 14 und der Empfänger 15 einer Lichtschranke weisen jeweils einen Schnittstellenbaustein 7 auf.

Jeder Sender 14 weist einen nicht dargestellten Pseudo-Zufallszahlengenerator auf, in welchem eine binäre Signalfolge erzeugt wird. Diese binäre Signalfolge wird zur Kodierung der Sendelichtstrahlen 13 verwendet.

Die Kodierung der Sendelichtstrahlen 13 der einzelnen Sender 14 wird in vorgegebenen Zeitschritten verändert.

Hierzu erzeugt der Pseudo-Zufallszahlengenerator zeitlich nacheinander verschiedene Datenworte, die Segmente der binären Signalfolge bilden.

Vorzugsweise besteht ein derartiges Segment aus einem 4 bit-breiten Datenwort. Dies hat den Vorteil, daß die Länge des Segments genau der Wortlänge der Nutzdaten des Masteraufrufs bzw. der Slaveantwort des Bussystems 1 entspricht. Somit kann ein vom Sender 14 zum Empfänger 15 optisch übertragenes Datenwort mit einer Slaveantwort direkt zum Master übertragen werden.

Prinzipiell kann die Kodierung in fest vorgegebenen Zeitschritten verändert werden, wobei die Größe der Zeitschritte in den einzelnen Lichtschranken abgespeichert ist. Zweckmäßigerweise sind die Zeitschritte jeweils konstant und für alle Lichtschranken gleich groß.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung erfolgt die Variation der Kodierung in den Slaves aufrufgesteuert durch den Master.

Mit jedem Masteraufruf wird ein neues Segment der binären Signalfolge aktiviert. Damit eine eindeutige Zuordnung

der Segmente innerhalb einer binären Signalfolge eines Slaves und der Segmente der Signalfolgen verschiedener Slaves möglich ist, muß sich jedes Segment in wenigstens einem Bit von allen anderen Segmenten unterscheiden. Dies schränkt die maximale Länge der binären Signalfolge sowie die Anzahl der maximal anschließbaren Slaves ein. Insgesamt sind demzufolge vierzehn verschiedene Lichtschranken anschließbar, wobei jeder Sender 14 und Empfänger 15 einer Lichtschranke einen Slave bildet. Die Länge jeder Signalfolge beträgt vierzehn Datenworte mit einer Wortlänge von jeweils 4 Bit.

Dabei weist keines der Segmente eine Bitfolge mit den Werten "0000" auf. Diese Bitfolge entspricht einem unterbrochenen Strahlengang einer Lichtschranke. Infolge des Eingriffs eines Objekts oder einer Person in den Strahlengang der Lichtschranke gelangt kein Sendelicht auf den Empfänger 15, so daß sich als Signalwert am Empfänger 15 die Bitfolge "0000" ergibt.

Die vom Empfänger 15 bei freiem Strahlengang empfangenen Segmente der jeweiligen Bitfolge, bzw. bei unterbrochenem Strahlengang die Bitfolge "0000", werden zyklisch als Antwort auf einen Masteraufruf mit der Slaveantwort an den Master gesendet.

Damit diese Signale durch die Auswerteeinheit 8 überprüft werden können, sind die binären Signalfolgen der einzelnen Slaves in der Auswerteeinheit 8 als Referenzwerte abgespeichert. Zudem sind die binären Signalfolgen auch im Master abgespeichert. Somit kann sowohl im Master als auch in der Auswerteeinheit 8 geprüft werden, ob die Kodierungen der von den Sendern 14 emittierten Sendelichtstrahlen 13 vom Empfänger 15 registriert wurden und korrekt zum Master gesendet wurden.

Zweckmäßigerweise werden die binären Signalfolgen durch die Pseudo-Zufallszahlengeneratoren während einer Installationsphase vor Inbetriebnahme des Bussystems 1 erzeugt und im Master und in der Auswerteeinheit 8 hinterlegt.

Zweckmäßigerweise sind die Zykluszeiten der optischen Übertragung zwischen Sendern 14 und Empfängern 15 der Lichtschranken an die Zykluszeiten des Bussystems 1 angepaßt. Die Dauer der optischen Übertragung eines Segments der binären Signalfolge vom Sender 14 zum Empfänger 15 ist dabei maximal gleich der doppelten Dauer eines Masteraufrufs und der darauffolgenden Slaveantwort. Dabei erfolgt die optische Übertragung unabhängig von der Datenübertragung über die Busleitungen 4. Insbesondere wird die optische Datenübertragung weder durch einen Masteraufruf noch durch eine Slaveantwort unterbrochen oder modifiziert.

Durch eine geeignete Adressierung ist gewährleistet, daß im fehlerfreien Betrieb des Bussystems 1 mit jeder Slaveantwort eines Slaves ein unterschiedliches Segment der Kodierung an den Master übertragen wird. Dadurch können insbesondere auch statische Übertragungsfehler innerhalb des Bussystems 1 mit großer Sicherheit aufgedeckt werden.

Im Fall einer gestörten Datenübertragung wiederholt der Master den Aufruf an den entsprechenden Slave.

Um zu verhindern, daß durch eine solche Wiederholung der Pseudo-Zufallszahlengenerator eines Senders 14 um zwei Segmente weitergeschaltet wird, ist der Sender 14 so ausgelegt, daß ein erneutes Weiterschalten des Pseudo-Zufallszahlengenerators erst nach einer vorgegebenen Verzögerungszeit nach dem letzten Masteraufruf erfolgt. Diese Zeit ist größer als die Zeitspanne zwischen zwei aufeinanderfolgenden Masteraufrufen.

Insbesondere beim ASI-Bussystem erfolgt bei fehlerfreiem Datenverkehr innerhalb des Bussystems 1 die Antwort eines Slaves auf einen Masteraufruf mit einer definier-

ten Verzögerungszeit. Bei dem ASI-Bussystem entspricht diese Verzögerungszeit einer Wortlänge von 3 Bit. Erfolgt ein fehlerhafter Masteraufruf, den die Slaves als unzulässig erkennen, so antworten die Slaves auf diesen Masteraufruf nicht. Die Slaves wechseln daraufhin in einen asynchronen Betriebszustand.

Folgt darauf ein korrekter Masteraufruf, so antwortet der angesprochene Slave mit einer erhöhten Verzögerungszeit. Diese erhöhte Verzögerungszeit entspricht beim ASI-Bussystem einer Wortlänge von 5 Bit.

Dieser Umstand wird in einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung zur Funktionsüberprüfung der einzelnen Slaves ausgenutzt.

In vorgegebenen Zeitabständen wird vom Master gezielt ein defekter Masteraufruf ausgesendet. Aufgrund des fehlerhaften Masteraufrufs wechseln die Slaves in den asynchronen Betriebszustand. Darauf folgt ein korrekter Masteraufruf, mit welchem ein Slave angesprochen wird. Wird die verlängerte Verzögerungszeit der Slaveantwort des betreffenden Slaves im Master und in der Auswerteeinheit 8 registriert, so ist das ein Nachweis dafür, daß die Schaltungslogik des Schnittstellenbaustein 7 des betreffenden Slaves, insbesondere die Prüfung auf Übertragungsfehler, korrekt arbeitet.

Zweckmäßigerweise ist die zeitliche Abfolge der fehlerhaften Masteraufrufe so ausgebildet, daß mit diesen fehlerhaften Masteraufrufen die einzelnen Slaves nacheinander abgeprüft werden.

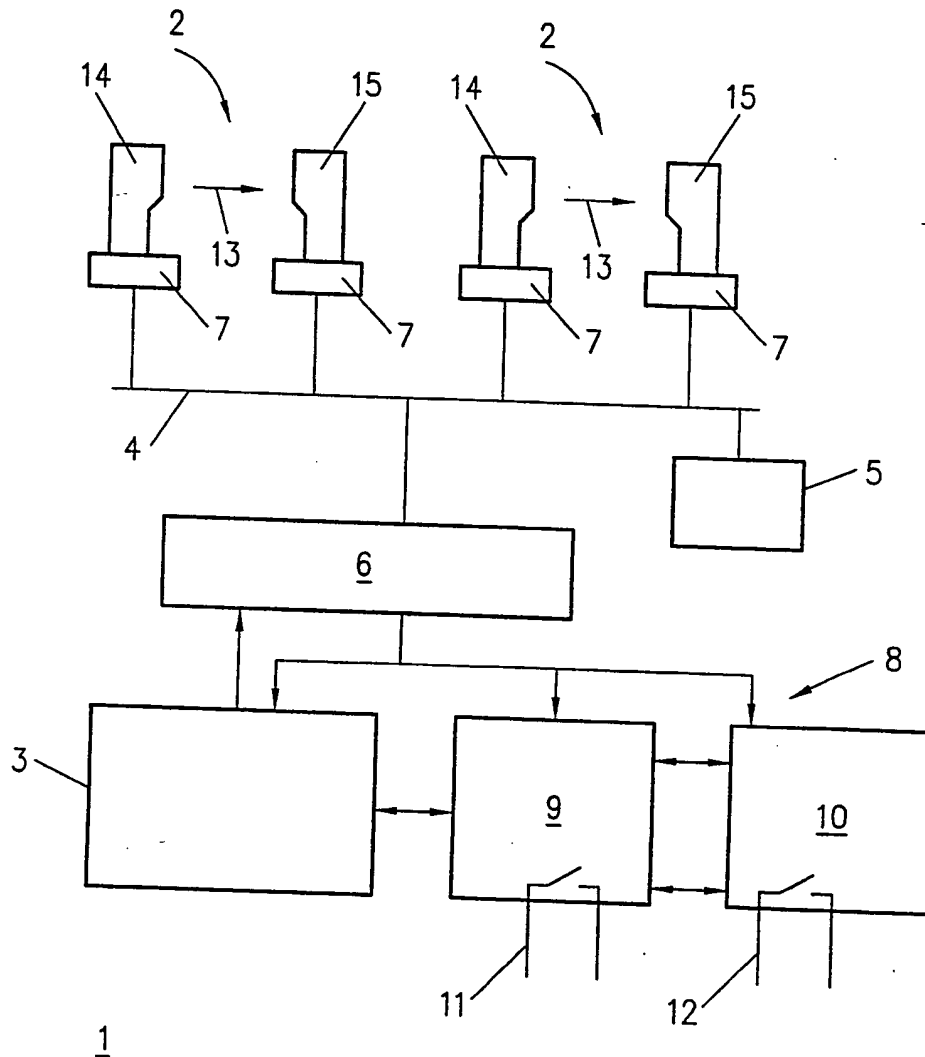
#### Patentansprüche

1. Anordnung von Sensoren zur Überwachung eines Arbeitsgerätes, welches in Abhängigkeit der Schaltzustände der Sensoren in Betrieb setzbar ist, wobei die Sensoren Slaves eines nach dem Master-Slave-Prinzip arbeitenden Bussystems bilden, welches von einer den Master bildenden Steuereinheit gesteuert ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sensoren (2) von Lichtschranken mit jeweils einem Sender (14) und einem Empfänger (15) gebildet sind, wobei jeder Sender (14) Sendelichtstrahlen (13) mit einer individuellen Kodierung an den zugeordneten Empfänger (15) aussendet, daß an das Bussystem (1) eine redundante Auswerteeinheit (8) angeschlossen ist, welche fortlaufend die über das Bussystem (1) übertragenen Signale abhört, und daß nur bei fehlerfreier Identifizierung der von den Empfängern (15) über das Bussystem (1) übertragenen Kodierungen das Arbeitsgerät über die Auswerteeinheit (8) in Betrieb gesetzt wird.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Slave ein Schnittstellenbaustein (7) zugeordnet ist, und daß die Schnittstellenbausteine (7) über Busleitungen (4) mit dem Master verbunden sind.
3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem Sender (14) und dem Empfänger (15) einer Lichtschranke jeweils ein Schnittstellenbaustein (7) zugeordnet ist.
4. Anordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Schnittstellenbaustein (7) von einem ASI-IC gebildet ist.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß dem Master eine Analogschaltung (6) nachgeordnet ist, welche ein Sendeelement und ein Empfangselement aufweist, wobei über das Sendeelement Signale vom Master an die Slaves gesendet werden und wobei das Empfangselement Signale von den Slaves empfängt und in den Master und in die redundante Auswerteeinheit (8) einliest.
6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß die redundante Auswerteeinheit (8) zwei sich überwachende Rechneinheiten (9, 10) aufweist, wobei jede Rechneinheit (9, 10) einen Ausgang (11, 12) zum Inbetriebsetzen des Arbeitsgerätes aufweist.
7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgänge (11, 12) als Relaisausgänge oder als sichere Halbleiterausgänge ausgebildet sind.
8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Sender (14) einen Pseudo-Zufallszahlengenerator aufweist, in welchem eine binäre Signalfolge zur Kodierung der Sendelichtstrahlen (13) erzeugt wird.
9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kodierung der Sendelichtstrahlen (13) in vorgegebenen Zeitschritten variiert wird in dem nacheinander Segmente der binären Signalfolge zur Kodierung der Sendelichtstrahlen (13) verwendet werden.
10. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Segmente jeweils von einem 4 Bit breiten Datenwort gebildet sind.
11. Anordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Segmente einer binären Signalfolge eines Slaves jeweils in wenigstens einem Bit voneinander unterscheiden.
12. Anordnung nach einem der Ansprüche 9-11, dadurch gekennzeichnet, daß die Kodierung zyklisch durch die vom Master an den jeweiligen Slave gesendeten Masteraufrufe verändert wird.
13. Anordnung nach einem der Ansprüche 8-12, dadurch gekennzeichnet, daß in der Auswerteeinheit (8) die binären Signalfolgen der einzelnen Slaves als Referenzwerte abgespeichert sind.
14. Anordnung nach einem der Ansprüche 8-13, dadurch gekennzeichnet, daß im Master die binären Signalfolgen der einzelnen Slaves als Referenzwerte abgespeichert sind.
15. Anordnung nach einem der Ansprüche 8-14, dadurch gekennzeichnet, daß die binären Signalfolgen durch Parametrierung während der Installationsphase des Bussystems (1) vorgegeben werden.
16. Anordnung nach einem der Ansprüche 9-15, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauer der optischen Übertragung eines Segments der binären Signalfolge maximal der doppelten Dauer eines Masteraufrufs und einer darauffolgenden Slaveantwort entspricht.
17. Anordnung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer fehlerhaften Slaveantwort die Kodierung der Sendelichtstrahlen (13) des betreffenden Slaves unverändert bleibt.
18. Anordnung nach einem der Ansprüche 1-17, dadurch gekennzeichnet, daß in vorgegebenen Zeitabständen vom Master ein fehlerhafter Masteraufruf an die Slaves gesendet wird, worauf diese in einen asynchronen Betriebszustand wechseln, so daß bei einem darauffolgenden fehlerfreien Masteraufruf die Slaveantwort des angesprochenen Slaves verzögert erfolgt, wobei die Verzögerungszeit zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Slaves im Master und in der Auswerteeinheit (8) ausgewertet wird.
19. Anordnung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß durch die fehlerhaften Masteraufrufe die am Bussystem (1) angeschlossenen Slaves nacheinander abgeprüft werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig.1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**This Page Blank (uspto)**